

H01J 37/26
37/28



4,000円

実用新案登録願

特許長官殿

昭和53年9月25

考案の名称

立体走査電子顕微鏡

考案者

住所

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

氏名

加藤靖夫 (ほか 1 名)

実用新案登録出願人

住所 〒100 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

名称 (510) 株式会社日立製作所

代表者 吉山博吉

代理人

住所 〒100 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号

株式会社日立製作所内

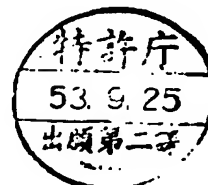
電話東京 270-2111 (大代表)

氏名

(7237) 弁護士 薄田利幸

添附書類の目録

- | | |
|---------------|----|
| (1) 明細書 | 1通 |
| (2) 図面 | 1通 |
| (3) 委任状 | 1通 |
| (4) 実用新案登録願副本 | 1通 |



53 130302

方式
審査



明 細 書

考案の名称 立体走査電子顕微鏡

実用新案登録請求の範囲

電子線を放射する電子銃と、放射された電子線を集束するコンデンサレンズと、集束された電子線を二方向に偏向する主偏向器と、該主偏向器に併置され上記二方向のうちの一方向へ電子線を偏向する副偏向器と、電子線の焦点を試料上に結ぶ対物レンズと、電子線で走査された試料から発生する二次電子、反射電子、試料電流等を検出して、これを画像として表示する手段を具備し、上記併置された副偏向器には、少くとも一画面を走査する時間は継続する、二種の異なる電気信号が交互に印加され、上記放出された電子線が集束した点から放射されるように二種の軌道を通つて、対物レンズを経由し、異なる二種の角度で試料に入射し、走査した画像を交互に表示して立体像を観察することを特徴とする立体走査電子顕微鏡。

考案の詳細な説明

本考案は、電子あるいはイオンなどの粒子線を

公開実用 昭和55—48610

集束して試料を走査し、このとき得られる二次電子、反射電子、透過電子、試料電流などの信号を試料の走査に同期して表示し、画像を観察する装置、たとえば走査形電子顕微鏡に係わり、かかる装置による立体像の観察に関するものである。

走査形電子顕微鏡によつて試料の立体像を観察するには、試料に電子線が入射する角度が5 ～ 20度異なる、同じ視野の、二組の画像が必要である。従来、これらの画像を同時に得るには、走査形電子顕微鏡の鏡筒内に偏向系を設けて、電子線の試料への入射角を、二種に切換えることが行われている。電子線の試料への入射角を切換える方式としては、第1図に示すごとく、対物レンズ104の下に、2段の偏向系102, 103を設け、交互に二種の軌道106, 107をへて、前記の角度で入射して試料105を走査するように電子線101を偏向する方式が公知である。この方式では、対物レンズ104と試料105の間に2段の偏向系102, 103が介在するために、試料105を対物レンズ104に、偏向系の寸法

以内に近ずけることができない、いいかえればワーキングディスタンスを、偏向系の寸法以下にできないために、分解能を高めるには困難がある。偏向系の寸法は、電子線の偏向角を大きくとろうとすると、いきおい大形になる傾向があり、試料への電子線の入射角を $\pm 3 \sim 4$ 度としたとき、分解能は、ほぼ 1000 \AA 程度が限界である。

また、この従来例で、通常の走査形電子顕微鏡としての観察を共に行う場合を考えると、立体像の観察のために新しい偏向系を付加することは、好ましいものではなく、したがって、通常の走査形電子顕微鏡と立体像観察の機能の共存性は、良いとは言えない。

さらに、立体像をブラウン管に表示して観察する場合には、電子線が試料に対して入射する軌道と法線が作る面は、水平走査方向と一致していることが必要であるが、従来では、偏向系が対物レンズの下部に設けられるために、加速電圧、ワーキングディスタンス等を変化すると、一致しなくなり、そのつど調整が必要になるなど、種々なる

欠点を有するものである。

本考案の目的は上記の点に着目してなされたものであり、通常の二次元の画像を観察する走査型電子顕微鏡の機能には、影響を与えずに、それらと両立して、立体像を実時間で観察する新しい手段を提供することにある。

本考案では、電子銃から放射された電子線を、一度集束するコンデンサレンズと、電子線の焦点を試料上に結ぶ対物レンズの中間に、電子線を二方向に走査するための主偏向系に併置して、そのうちの一方に電子線を偏向する副偏向系が設けられる。電子線を二方向に偏向する主偏向系は、通常電磁偏向、すなわち偏向磁場を発生するコイルが多いので、この場合、併置される副偏向系は、上記コイルの一方に重ねて巻かれたコイル、あるいは、上記二方向の適切な一方向に偏向方向を一致させた静電偏向板で構成される。ここで、適切な一方向とは、像を表示するブラウン管の水平走査方向に対する鏡体内の偏向方向を意味する。本考案によれば、併置された偏向系には、電子線が

試料を少くとも一面面走査する期間は継続し、しかも画面毎に変化する二種の電気信号が印加されて、電子線はあたかもコンデンサレンズの集束点から放射される如き二種の軌道を描いて対物レンズの軸外に入射し、対物レンズの集束作用によつて軸に対し傾斜した二つの角度から試料に入射して、試料上を走査する。この二つの角度の差が、立体感を生ずるための両眼の視角の差に相当し、通常6〜8度以上にすることが必要である。

このように、本考案では、電子線を対物レンズの軸外に入射させて、対物レンズの集束作用によつて、上記の試料への入射角を決めている。このために、本考案による装置の分解能は、最終的には、対物レンズの軸外を通ることによる収差に支配される。ところで、本考案による装置では、対物レンズと試料との距離を接近できるために、対物レンズの軸と電子線の軌道との距りを小さくできる。たとえば、対物レンズの中心と試料との距離が10mmである場合、試料へ電子線が入射する角度が軸と±3度となるためには、電子線は、軸

公開実用 昭和55—48610

から±0.5mmの位置に入射することになり、軸からのずれは比較的小さく対物レンズの形状によつては、200～300Åの高い分解能が得られる。

以下、本考案を実施例を参照して詳しく説明する。

第2図は、本考案を走査形電子顕微鏡に実施した一例における電子線の軌道を示す図である。同図において、201は電子銃、202は、電子線を集束するコンデンサレンズ、203は電子線の開き角を制限する絞り、204および205は、XおよびY方向に電子線を走査するための主偏向コイル（主偏向器）、206および207は、本考案に直接係わる、電子線が対物レンズ軸外の2種の軌道を交互にとるための副偏向コイル（副偏向器）、208は、対物レンズ、209は、観察する試料である。

同図において、電子銃201から放出された電子線はコンデンサレンズ202によつて集束され、絞り203を通過して、主偏向コイル204および205によつて、XおよびY方向に走査される。

通常、主偏向コイル 204 および 205 は、各々 X および Y 方向の偏向コイルからなり、上段の偏向コイル 204 によつて、X および Y 方向の軸の外に向かつて偏向され、下段の偏向コイル 205 によつて軸に向かつて逆に偏向されて対物レンズ 208 の中心を通る軌道 210 を描いて試料 209 の上を X および Y 方向に走査する。しかるに、本考案のこの実施例では、上段の X および Y 方向の主偏向コイル 204 には、上段の X 方向の副偏向コイル 206 が重ねて巻かれ、下段の X および Y 方向の主偏向コイル 205 には、下段の X 方向の副偏向コイル 207 が重ねて巻かれている。重ねて巻かれた副偏向コイル 206, 207 には、一フィールドを走査する期間は継続し、二種の異なる極性の電気信号が交互に印加されて、図に示す二種の軌道 211, 212 を通つて対物レンズ 208 に入射し、対物レンズの結像作用によつて、二種の異なる角度から試料に入射して、焦点を結び、試料を走査して、立体視に必要な二種の画像を交互に発生する。ここで、主偏向コイルに併置

公開実用 昭和55—48610

された副偏向コイルに印加される電気信号の間には、対物レンズに入射する電子線が、あたかも、コンデンサレンズ202の結像点213から発した如き軌道を描いて対物レンズに入射する関係を満足する。

第3図は、本考案の他の実施例である。この実施例では、主および副偏向器304、306が、コンデンサレンズ302による電子線の集束点313の近傍に設けられている。このために、その構成はさらに単純になる。同図において、電子銃301から放射された電子線は、コンデンサレンズ302によつて集束点313に集束される。303は、コンデンサレンズ302の中心付近に設置された絞りで電子線の開き角を決定する。電子線の集束点に設置された主偏向器304により、電子線は、XおよびY方向に偏向され、立体視を行わぬ場合には、第二の主偏向器305により、対物レンズ308の中心を通過して、試料309上に焦点を結び、試料上を走査する。本考案による立体視を行う場合には、電子線の集束点に設置

された副偏向器には、一画面を走査する期間、一定の電気信号が印加されて、電子線は対物レンズの軸外の軌道 3 1 1 を通過して、試料上に、異なる角度から入射し、焦点を結び、視野を走査して、立体像の一画面を形成する。次の一画面を走査する期間は、副偏向手段には、前と異なる極性の電気信号が印加され、軌道 3 1 2 を通過して、試料上に、第二の角度から入射し、焦点を結び、視野を走査して立体像の他の一画面を形成する。これら、交互に形成される二画面は、1本のブラウン管に交互に表示され、これに同期して交互に開閉する二組一対の電気光学シャッタを通して、立体像として観察される。

本実施例においては、第一の副偏向器 3 0 6 がコンデンサレンズ 3 0 2 の集束点 3 1 3 に設置されるために、副偏向器によつて偏向される電子線は集束点 3 1 3 から放射される如き軌道を通るといふ条件が自動的に満足されることになり、第二の副偏向器が省略されて、構成は極めて単純になる。

公開実用 昭和55—48610

第4図は、本考案の実施例におけるブロック図である。鏡体内において、電子銃401から放射された電子線は、主偏向器404、405、副偏向器406、407によつて、偏向され、交互に、二種の軌道411、412を往て、試料409に異なる角度で入射し、立体像を構成する左眼および右眼画像の信号を発生する。発生した信号は、検出器418で検出し、映像増巾器419で増巾し、左眼および、右眼の画像が、ブラウン管420に、交互に、時分割^{で表示}される。表示される左眼および右眼の画像は、画像に同期して開閉する一対の電気光学シャッタ422、423を通して立体像として観察される。ここで、416は、制御信号発生回路、414は主偏向器の駆動回路、415は副偏向器の駆動回路、417はブラウン管の偏向電源、421は電気光学シャッタの駆動回路である。

これまで述べた実施例によつて明らかにした通り、走査形電子顕微鏡の主偏向手段に併置して副偏向手段を設け、副偏向手段には、本考案による信号を印加することにより、高い分解能の立体

像を実時間で観察することが、通常の走査形電子顕微鏡としての機能には障害とならずに、それと両立して、可能となる。さらに、立体像をブラウン管に表示するためには、鏡体内における水平偏向方向に、電子線を傾けることが必要であるが、本考案においては、副偏向手段が主偏向手段に、前者の偏向方向が後者の水平偏向方向に一致するように併置されるために、常に、いかなる条件のもとでも、調整せずに成立するという大なる利点を有するものである。

以上、本考案を試子線を対象としてのべたが、本考案は、電子線に限られるものではなく、電気的な集束、偏向を受ける荷電粒子線に対しても、その主旨を変更せずに実施できる。

図面の簡単な説明

第1図は、従来の立体走査電子顕微鏡の電子線の軌道を示す図、第2図は、本考案の一実施例における電子線の軌道を示す図、第3図は、本考案の他の実施例における電子線の軌道を示す図、および第4図は、本考案の実施例のブロック図であ

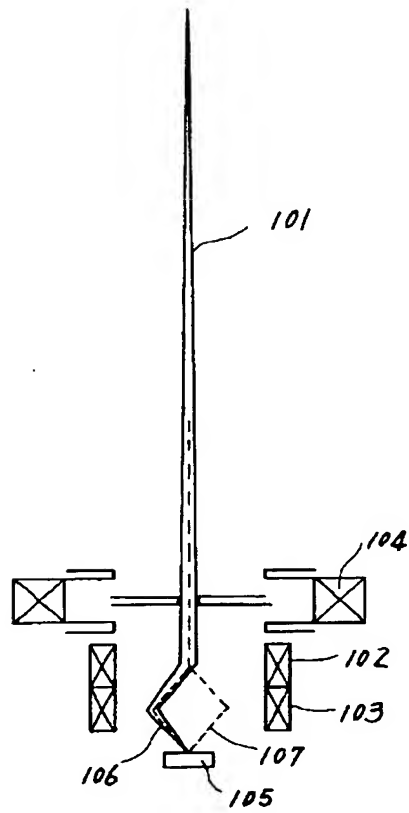
公開実用 昭和55—48610

る。

図において、201, 301…電子銃、202, 302…コンデンサレンズ、203, 303…絞り、204, 205, 304, 305…主偏向コイル、206, 207, 306…副偏向コイル、208, 308…対物レンズ、209, 309…試料。

代理人 弁理士 薄田 利幸

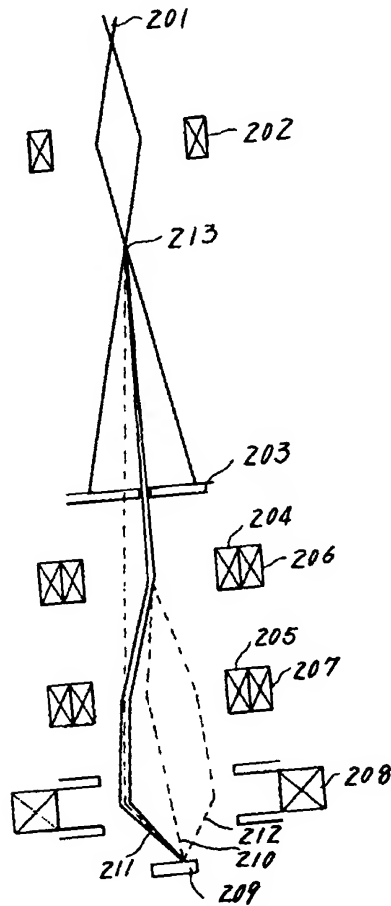
第 1 圖



48610 1/4

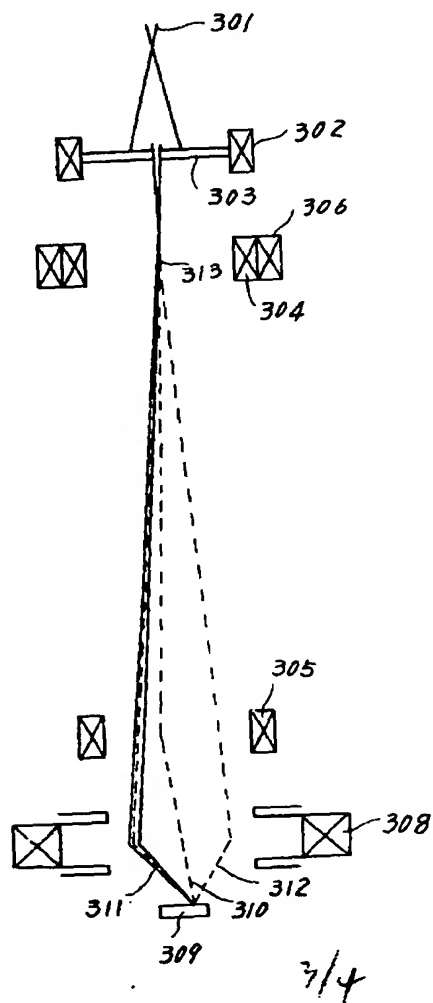
代理人 弁理士 薄田利幸

第 2 図



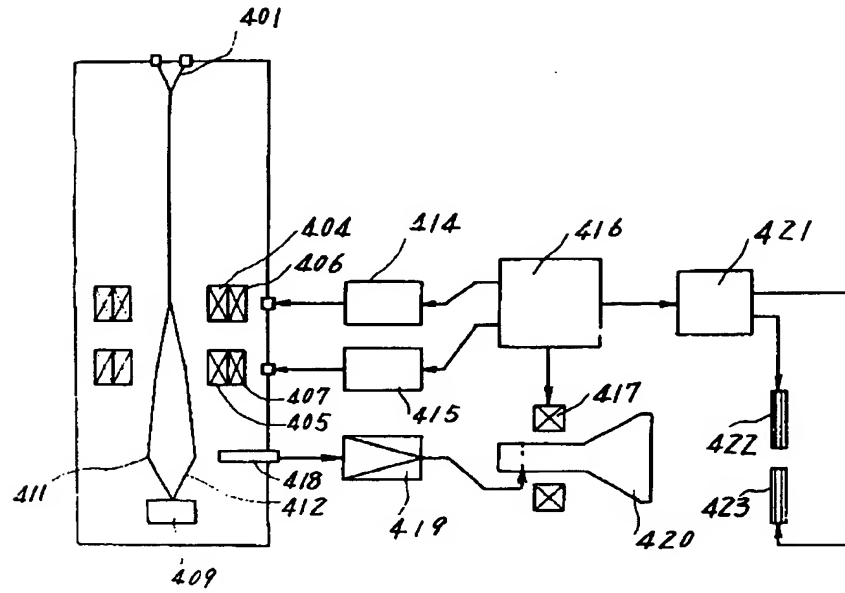
代理人 弁理士 薄田利幸

第 3 圖



代理人 弁理士 薄田利幸

第 4 図



4/4

代理人 弁理士 薄田利幸

前記以外の考案者、実用新案登録出願人または代理人

考 案 者

住 所 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社 日立製作所中央研究所内
氏 名 加 藤 勝 広

45610